



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 44 02 596 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁸:
C 25 D 17/12
C 25 D 7/00
C 25 D 19/00
C 25 F 3/00

②1 Aktenzeichen: P 44 02 596.3
②2 Anmeldetag: 28. 1. 94
④3 Offenlegungstag: 10. 8. 95

DE 44 02 596 A 1

⑦1 Anmelder:
Atotech Deutschland GmbH, 10553 Berlin, DE

⑦2 Erfinder:
Schneider, Reinhard, 90556 Cadolzburg, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Elektrolytisches Verfahren in horizontalen Durchlaufanlagen und Vorrichtung zur Durchführung desselben

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum elektrolytischen Behandeln von ebenen Behandlungsgütern wie Leiterplatten und Leiterfolien in horizontalen Durchlaufanlagen unter Verwendung von unlöslichen Anoden oder Elektroden. Elektrolytische Prozesse erfordern bei Anwendung von hohen Stromdichten eine intensive Elektrolytanströmung der Behandlungsstelle. In der Praxis sind hier strömungstechnische Grenzen gesetzt. Es müssen große Mengen von Elektrolyt umgesetzt werden, um wirksam bis an die Diffusionsschicht heranzukommen. Zur Erhöhung der anwendbaren Stromdichte wird gemäß der Erfindung gezielt die Behandlungsstelle mit der maximalen Stromdichte unter oder über einer unlöslichen Elektrode intensiv mit Elektrolyt geflutet. Dies geschieht aus nächster Nähe unter Druck aus dem Inneren einer Hochstromflutelektrode heraus oder durch Saugen aus der Umgebung der Behandlungsstelle in das Innere hinein. Die Hochstromflutelektrode steht mit dem Elektrolytkreislauf der Galvanoanlage in Verbindung. Die Hochstromflutelektroden können zugleich Transport- und Führungsfunktionen übernehmen, was zu einer besonders kurzen elektrolytischen Anlage führt.

DE 44 02 596 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 06. 95 508 032/34

16/33

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung der anwendbaren Stromdichte bei der elektrolytischen Behandlung von ebenen Behandlungsgütern und zur Reduzierung der Anlagenlänge bei Verwendung von unlöslichen Anoden oder Elektroden und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens. Anwendung findet es beim Galvanisieren und elektrolytischen Ätzen, insbesondere von Leiterplatten und Leiterfolien in Anlagen mit horizontalem Durchlauf des Behandlungsgutes.

Die Höhe der anwendbaren Stromdichte bei elektrolytischen Prozessen ist wesentlich davon abhängig, wie schnell der Elektrolyt an der Oberfläche des Behandlungsgutes ausgetauscht werden kann. Beim Galvanisieren verarmt der mit Metallionen angereicherte Elektrolyt an dieser Oberfläche. Er muß abgeführt und durch angereicherten ergänzt werden. Mittels Flutrohren, die beim Galvanisieren zwischen Anode und dem Behandlungsgut, der Kathode, angeordnet sind, wird der Elektrolyt an die Behandlungsstelle herangeführt. Dabei sind strömungstechnische Grenzen gesetzt, d. h. der Elektrolytaustausch direkt an der Diffusionsschicht auf dem Behandlungsgut kann nicht beliebig hoch gewählt werden. Ferner ist von großem Nachteil, daß die zwischen den Anoden und dem Behandlungsgut angeordneten Flutrohre eine partiell große Abblendwirkung auf die elektrischen Feldlinien ausüben. Verstärkt wird dies insbesondere dann, wenn der Abstand des Flutrohres zur Oberfläche des Behandlungsgutes klein ist, was aus strömungstechnischen Gründen jedoch von Vorteil wäre, um mit einer geringen Elektrolytmenge eine große Wirkung auf die Diffusionsschicht zu erzielen. Die abblendenden Flutrohre haben unterschiedliche örtliche Stromdichten am Behandlungsgut zur Folge. Dies kann zur Zerstörung von organischen Zusätzen im Elektrolyten führen, insbesondere bei unzureichendem Elektrolytaustausch in diesem Bereich. Abblendungen verursachen auch die Transport- und Führungsrollen für das Behandlungsgut, die sich ebenfalls im Bereich zwischen Anode und Kathode befinden. Insbesondere bei Leiterfolien sind Führungsrollen erforderlich. Sie verhindern ein Abgleiten des Behandlungsgutes aus der Transportbahn heraus in die Horizontalanlage oder ein Umwickeln um Transportrollen.

Bei Verwendung von unlöslichen Anoden besteht die Möglichkeit, diese langgestreckt auszubilden und sie so anzuordnen, daß die beschriebenen Abblendungen nicht auftreten. In Transportrichtung des Behandlungsgutes sind wiederholt nebeneinander eine unlösliche Anode, mindestens ein zugehöriges Flutrohr für den angereicherten Elektrolyt und die Transportrollen angeordnet. Die Länge der Galvanoanlage wird nun von den geometrischen Abmessungen dieser drei Teile und ihrer erforderlichen Abstände zueinander sowie von der Anzahl der Wiederholungen bestimmt. Diese Anzahl ist umgekehrt proportional von der anwendbaren Stromdichte am Behandlungsgut.

Ein Verfahren mit langgestreckten unlöslichen Anoden wird in der Schrift DE 36 03 856 A1 beschrieben. Ein rotierendes metallisches Walzenpaar kontaktiert und transportiert das ebene Behandlungsgut durch direkte metallische Berührung und Abrollen auf dessen Oberfläche. Ein weiteres rotierendes Walzenpaar wirkt als unlösliche Anode. Diese Walzen sind mit einer flüssigkeitsaufnehmenden Schicht versehen. Zwischen der Schicht und der Oberfläche des Behandlungsgutes wird

ein geringer Abstand eingehalten. Die Behandlungsstelle wird aus Anspritzregistern über die Schicht der Anodenwalzen mit angereichertem Elektrolyt versorgt. Durch die schnelle Rotation der Walzen wird er jedoch in alle Richtungen geschleudert und von den Kunststoffabschirmungen aufgehalten. Hier werden zwar große Mengen von Elektrolyt in den Arbeitsbereich gefördert, aber nur ein geringer Teil davon gelangt an den Ort der Behandlungsstelle mit der größten Stromdichte. Eine massive gezielte Anströmung dieser Stelle ist damit nicht möglich.

Die größte örtliche Stromdichte stellt sich bei walzenförmigen Anoden an der Anoden-Mantellinie ein, die dem Behandlungsgut am nächsten ist. Nach beiden Seiten der Mantellinie nimmt sie schnell ab. Dies bedeutet, daß die Galvanisiergeschwindigkeit in Transportrichtung Schwankungen unterliegt. Zur Erzielung einer akzeptablen mittleren Stromdichte muß die maximale Stromdichte unter der Mantellinie der Anode groß sein. Dies erfordert den gezielten sehr großen Elektrolytaustausch an der dortigen Diffusionsschicht, der sowohl nach dem beschriebenen Verfahren als auch mit bekannten Flutrohren, die neben den Anodenwalzen angeordnet sind, nicht ausreichend groß realisierbar ist. Die Folge davon ist eine unbefriedigende mittlere Stromdichte, die eine lange und damit teure Galvanoanlage erfordert.

Beim Galvanisieren entstehen an unlöslichen Anoden Gase wie Wasserstoff, Sauerstoff oder Chlor. Mit zunehmender anodischer Stromdichte nimmt diese Stoffbildung überproportional zu. Diese Gase greifen den Anodenwerkstoff an. Er wird deshalb mit Edelmetallüberzügen versehen, um die Korrosion zu begrenzen. Die Gase werden durch zusätzliche Anströmung auch der Anoden mit Elektrolyt abgeführt, was einen weiteren anlagentechnischen Aufwand bedeutet.

Aufgabe der Erfindung ist es, bei Verwendung von unlöslichen Elektroden in Ätz- und Galvanoanlagen mit horizontalem Durchlauf des Behandlungsgutes das mit der Badstromquelle über seitlich greifende Klammern und Schleifkontakte verbunden ist, zur Erzielung von kurzen Anlagenlängen die maximal anwendbare anodische und kathodische Stromdichte zu erhöhen und die Abstände der Elektroden zueinander entlang des Transportweges zu verringern.

Gelöst wird die Aufgabe durch forciertes angenähert senkrecht Anströmen der Behandlungsstelle aus kürzester Entfernung mit Elektrolyt unter Druck aus dem Inneren der unlöslichen Elektrode heraus genau an den Ort, an dem die größte örtliche Stromdichte auftritt, derart, daß hier zur Erhöhung der Stromdichte permanent ein nahezu vollständiger Elektrolytaustausch an der Oberfläche und in Bohrungen des Behandlungsgutes, das heißt an der Diffusionsschicht, zwangsweise erfolgt. Hierzu dienen eine Vielzahl von walzenförmigen und vorzugsweise rotierenden Hochstromflutelektroden mit einer unlöslichen, elektrisch leitenden, flüssigkeitsdurchlässigen Oberfläche, die zugleich die Funktion der Flutrohre übernehmen, was zur Verkürzung der Anlagenlänge führt. Desgleichen kann der Elektrolyt von der Behandlungsstelle in die Hochstromflutelektrode hinein gesaugt und von dort in den Elektrolytkreislauf geleitet werden. Dadurch strömt unverbraucher Elektrolyt aus der Umgebung der Hochstromflutelektrode forciert an die Behandlungsstelle heran, was die Anwendung von hohen Stromdichten erlaubt.

Jeder elektrolytdrückenden Hochstromflutelektrode sind rotierende Gegenwalzen zugeordnet, die zur Füh-

zung des Behandlungsgutes dienen.

Die Hochstromflutelektroden können sowohl zum Metallisieren als auch zum Entmetallisieren verwendet werden. Es ist auch eine Kombination möglich. So können sich in Galvanoanlagen eine Metallisierungsstrecke mit einer Entmetallisierungsstrecke abwechselnd wiederholen, wobei das Metallisieren insgesamt überwiegt. Diese Betriebsart entspricht dem bekannten Umpolen, wie es zum Beispiel zum Einebnen von galvanischen Schichten verwendet wird.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung übernehmen die Hochstromflutelektroden mit ihren Gegenwalzen auch die Transport- und Führungsfunktionen für das Behandlungsgut, was zu einer weiteren Anlagenverkürzung führt. Erreicht wird dies durch den Wegfall separater Transport- und Führungsrollen zwischen den Hochstromflutelektroden. Gelöst werden diese Funktionen durch einen transportsynchronen Antrieb der Hochstromflutelektroden und ihrer Gegenrollen sowie durch ein zusätzliches flüssigkeitsdurchlässiges Isoliermittel auf der Oberfläche der Hochstromflutelektroden. Die Hochstromflutelektroden und ihre Gegenwalzen liegen auf dem Behandlungsgut auf. Sie führen und fördern es somit durch die Anlage. Die Abstände zwischen zwei aufeinanderfolgende Hochstromflutelektroden können bis auf einen isolierenden Zwischenraum verringert werden.

Der sehr effektive zielgenaue Elektrolytaustausch erlaubt bei vergleichsweise geringen Elektrolytumlaufmengen die Anwendung von hohen örtlichen Stromdichten. Die an der Hochstromflutelektrode sich überwiegend an der Stelle mit der höchsten Stromdichte bildenden Gase werden durch den erfindungsgemäß vorhandenen Elektrolytstrom und durch die Rotation der Hochstromflutelektroden abgeführt. Insbesondere bei hohen Stromdichten und elektrisch schlecht leitenden Elektrodenwerkstoffen wie Edelstahl treten, bedingt durch den Badstrom, hohe Verlustleistungen in einem schmalen Sektor der Hochstromflutelektroden auf. Infolge der Rotation der Hochstromflutelektrode wird die dadurch bedingte örtliche Erwärmung des metallischen Elektrodenwerkstoffes verteilt und abgekühlt.

Die Kombination von unlöslicher Elektrode und Transportrolle erlaubt die Anordnung einer größeren Anzahl von Elektroden pro Anlagenlänge. Die hohen anwendbaren Stromdichten der Hochstromflutelektroden und ihr geringer Abstand voneinander führt somit im Vergleich zu Horizontalanlagen mit bekannten walzenförmigen Elektroden zu wesentlich kürzeren Galvanoanlagen.

Rotiert die Hochstromflutelektrode im Abstand von der Oberfläche des Behandlungsgutes, so erlaubt dies gegenüber der Behandlungsgut-Transportgeschwindigkeit eine andere Umfangsgeschwindigkeit der Hochstromflutelektrode zu wählen. Auf die Transport- und Führungsfunktion wird dabei verzichtet.

Vorteilhaft ist hierbei, daß die von der Umfangsgeschwindigkeit der Hochstromflutelektrode auch zu beeinflussende Elektrolytströmung an der Behandlungsstelle individuell einstellbar ist. Hier sind auch nichtrotierende Hochstromflutelektroden einsetzbar.

Die Erfindung wird nachfolgend näher erläutert. Die Hochstromflutelektrode erstreckt sich quer zur Transportrichtung über das Behandlungsgut. Sie besteht bei einer Ausgestaltung der Erfindung aus einem inneren stationären Elektrolytrohr, das entlang einer geraden Mantellinie mit Durchbrüchen versehen ist. Es ist so angeordnet, daß diese Öffnungen in Richtung des Be-

handlungsgutes weisen. Über dem Elektrolytrohr befindet sich achsparallel und drehbar gelagert ein Elektrodenrohr. Es ist am gesamten Umfang mit Durchbrüchen versehen. Das Elektrodenrohr dient als unlösliche Anode oder Elektrode und in einem weiteren Anwendungsfall zugleich als Transport- und Führungswalze für das Behandlungsgut. Das Elektrodenrohr der Hochstromflutelektrode wird vom Antrieb der horizontalen Durchlaufanlage entsprechend der Durchlaufgeschwindigkeit des Behandlungsgutes in Rotation versetzt. An der Oberfläche des Elektrodenrohres kann zur sicheren Kurzschlußvermeidung ein isolierendes Distanzmittel aufgebracht werden, das den Flüssigkeits- und Ionen-durchgang nicht wesentlich behindert.

Das Elektrolytrohr ist an den Elektrolytkreislauf angeschlossen. Durch die Öffnungen dieses Rohres strömt der Elektrolyt gerichtet in die Durchbrüche des rotierenden Elektrodenrohres und von dort nur an das Behandlungsgut, und zwar an die Stelle, die die größte Stromdichte aufweist. Dies hat den Vorteile, daß mit einer vergleichsweise kleinen Elektrolytumlaufmenge eine sehr große Stromdichte anwendbar ist. Gleiches gilt für den umgekehrten elektrolytabsaugenden Betrieb. In diesem Falle ist das Elektrolytrohr an die Saugseite der Elektrolytkreislaufpumpe angeschlossen.

Auf beiden Seiten des Behandlungsgutes, das heißt auf der Oberseite und auf der Unterseite, sind in der Regel nacheinander mehrere Hochstromflutelektroden angeordnet. Ihnen gegenüberliegend befinden sich Gegenwalzen. Zwischen Hochstromflutelektroden und Gegenwalzen durchläuft das Behandlungsgut die Anlage. Die Gegenwalzen können an ihrer elektrisch nichtleitenden Oberfläche flüssigkeitsdurchlässig sein. Es lassen sich auch je Hochstromflutelektrode eine versetzte Gegenwalze oder zwei im Durchmesser kleiner gehaltene Gegenrollen anbringen. Dadurch werden Löcher im Behandlungsgut unterhalb beziehungsweise oberhalb der Hochstromflutelektrode zur besseren Durchflutung offengehalten. Als besonders wirksam für die Lochdurchflutung erweist es sich, wenn auf gegenüberliegenden Seiten je eine drückende und eine saugende Hochstromflutelektrode angeordnet werden. Die Gegenwalzen sind hierbei nicht erforderlich. Zur Unterstützung der Durchflutung von Löchern kann auch die Gegenwalze wie eine Hochstromflutelektrode als elektrolytdrückende oder saugende Flutwalze ausgebildet sein. Sie ist elektrisch nichtleitend aufgebaut. Die Stromzuführung entfällt. Auch dünne Leiterfolien werden sicher durch die horizontale Durchlaufanlage geführt, wenn sich diese saugenden und drückenden Hochstromflutelektroden und Gegenwalzen je Seite des Behandlungsgutes abwechseln.

Ausführungsformen der Erfindung zeigen die Fig. 1 bis 11.

Im einzelnen sind dargestellt in

Fig. 1 Hochstromflutelektrode für das erfindungsgemäße Verfahren. Darstellung im Längsschnitt.

Fig. 2 Hochstromflutelektrode nach Fig. 1 im Querschnitt dargestellt.

Fig. 3 Ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine Hochstromflutelektrode im Längsschnitt dargestellt.

Fig. 4 Hochstromflutelektrode nach Fig. 3 im Querschnitt dargestellt.

Fig. 5 Einteilige Hochstromflutelektrode für das erfindungsgemäße Verfahren. Darstellung im Längsschnitt.

Fig. 6 Hochstromflutelektrode nach Fig. 5 im Querschnitt dargestellt.

Fig. 7 Anordnung von Hochstromflutelektroden und Gegenwalzen entlang des Behandlungsgut-Transportweges.

Fig. 8 Anordnung nach Fig. 7, jedoch mit versetzten Gegenwalzen zur freien Lochdurchströmung.

Fig. 9 Anordnung von Hochstromflutelektroden und Gegenwalzenpaaren entlang des Behandlungsgut-Transportweges

Fig. 10 Anordnung von saugenden und drückenden Hochstromflutelektroden entlang des Behandlungsgut-Transportweges

Fig. 11 Schaltung der Badspannungsquellen beim elektrolytischen Ätzen.

In den Figuren ist das Behandlungsgut als Leiterplatte mit Löchern gezeichnet. Aus Übersichtlichkeitsgründen ist sie auch in Schnittzeichnungen nicht schraffiert. Die Fig. 1 zeigt eine das Behandlungsgut berührende Hochstromflutelektrode mit Gegenwalze. Sie ist eingebaut in eine horizontale Durchlaufanlage. Der Arbeitsbereich für die elektrolytische Behandlung ist aus Zeichnungsgründen verkürzt dargestellt. Die Darstellung ist im Bereich einer Hochstromflutelektrode geschnitten. Das Gehäuse der Durchlaufanlage ist mit 1 bezeichnet. Im Arbeitsbehälter 2 befindet sich Elektrolyt 3. Das Niveau 4 kann bei Verwendung von drückenden Hochstromflutelektroden unterhalb des Behandlungsgutes 5 liegen. Bei Verwendung von saugenden Hochstromflutelektroden muß das Niveau so hoch gehalten werden, daß es über dem Behandlungsgut 5 steht, damit das Ansaugen von Luft vermieden wird. Der Raum 6 dient als Elektrolytüberlaufabteil. Flüssigkeitsabdichtungen in den Bereichen 7 sind somit nicht erforderlich. Das Behandlungsgut 5 wird von mehreren Klammern 8 seitlich gegriffen und elektrisch kontaktiert. Die Klammern bewegen sich in Fig. 1 in die Tiefe der Zeichnung. Die Bewegungsgeschwindigkeit ist zugleich die Transportgeschwindigkeit des Behandlungsgutes. Gleiche Umfangsgeschwindigkeiten haben die Hochstromflutelektrode 9 und ihre Gegenwalze 10. Damit kann ein Schlupf zwischen Behandlungsgutoberfläche und Walzenoberfläche vermieden werden, der zu Beschädigungen des Behandlungsgutes führen könnte. Erreicht wird dies durch Synchronisation des nicht detailliert dargestellten Antriebes 11 für die Gegenwalze 10 mit dem Antrieb der Klammern 8 sowie durch Übertragung der Gegenwalzenrotation mittels Zahnräder 12 und 13 auf die Hochstromflutelektrode 9. Das Zahnradübersetzungsverhältnis ist den Durchmessern der Hochstromflutelektrode und der Gegenwalze angepaßt. Insbesondere bei Gegenwalzen mit kleinerem Durchmesser, wie in den Fig. 7, 8, 9 und 11 symbolisch dargestellt, kann der Antrieb 11 für die Walzen auch auf das Zahnrad 13 wirken und von dort auf das Zahnrad 12 übertragen werden.

Die Hochstromflutelektrode besteht aus dem Elektrolytrohr 14, das gegen Rotation gesichert gelagert ist, sowie aus einem rotierenden Elektrodenrohr 15. Das Elektrolytrohr 14 hat an der Mantellinie, die dem Behandlungsgut zugewandt ist, Öffnungen 16. Dies können Schlitzseine, die mit Stegen 17 verbunden sind. Auch Löcher sind geeignet. Durch diese Öffnungen strömt Elektrolyt aus dem Elektrolytrohr 14 zur Behandlungsstelle an die Oberfläche des Behandlungsgutes 5. Bei einer saugenden Hochstromflutelektrode fließt der Elektrolyt umgekehrt von der Behandlungsstelle in das Elektrolytrohr. Die Menge des austauschbaren Elektrolyten kann durch die Größe der Öffnungen 16 sowie durch den Pumpendruck im Elektrolytkreislauf in weiten Grenzen verändert werden. Auch die für hohe

Stromdichten nötigen großen Elektrolytmengen können somit an die Behandlungsstelle herangeführt werden. Vorteilhaft ist dabei, daß dieser Elektrolytstrom nahezu senkrecht zum ebenen Behandlungsgut verläuft was den Elektrolytaustausch in den darin befindlichen Löchern fördert.

Das Elektrodenrohr 15 in Fig. 1 ist drehbar auf dem Elektrolytrohr 14 gelagert. Das vorzugsweise metallische Elektrodenrohr 15 ist im Arbeitsbereich rundum mit Durchbrüchen 18 versehen. Jeweils durch die Durchbrüche 18, die sich gerade vor den Öffnungen 16 des Elektrolytrohres 14 befinden, strömt Elektrolyt zum oder vom Behandlungsgut 5. Dieser Elektrolytstrom kann durch ein rohrförmiges, metallisches oder textiles Gewebe oder Gitter 19 über dem Elektrodenrohr 15 auch in die Oberflächenbereiche 20, die sich nicht vor den Durchbrüchen 18 befinden, geleitet werden. Ferner bewirkt ein feines elektrisch leitfähiges Gewebe 19 eine gleichmäßige elektrolytisch wirksame Hochstromflutelektroden-Oberfläche auch über den im Vergleich zur Maschenweite des Gewebes großen Durchmessern der Durchbrüche 18. Besonders wichtig ist diese gleichmäßige leitfähige Oberfläche, wenn Behandlungsgüter bei geringen Abständen der Elektroden von der Oberfläche des Behandlungsgutes mit hohen Stromdichten elektrolytisch bearbeitet werden sollen. Die Rotation des Elektrodenrohres 15 unterstützt des weiteren mit dem darüber befindlichen Gewebe 19 die Verteilung des Elektrolyten im Bereich der Behandlungsstelle mit der größten örtlichen Stromdichte und sie bewirkt zusammen mit dem Antrieb der Klammern 8 den Transport des Behandlungsgutes durch die Horizontalanlage, wenn sie auf dessen Oberfläche abrollt. Die dadurch bedingte Berührung von Hochstromflutelektrode und Behandlungsgut erfordert zur Vermeidung eines Kurzschlusses der Badspannung an der Oberfläche des Elektrodenrohres 15 oder bei Verwendung eines Gewebes 19 auf dessen Oberfläche Isoliermittel. Soweit diese nicht nur partiell auf der Hochstromflutelektrode angebracht sind, müssen sie ionendurchlässig und flüssigkeitsdurchlässig sein. In der Fig. 1 sind zum Beispiel auf den äußersten Erhebungen des Gewebes 19 durch Plasmabeschichtung keramische Partikel 21 aufgetragen. Sie sind sehr dünn sowie haft- und abriebfest, was zu einer langen Standzeit führt.

Als Isoliermittel kommen des weiteren Kunststoffringe über dem metallischen Gewebe 19, partielle Kunststoffbeschichtungen oder textile Gewebe jeweils mit oder ohne einer verschleißfesten Keramikbeschichtung in Frage. Auch Kombinationen dieser Isoliermittel sind möglich. Als Werkstoff für die elektrolytisch wirksamen und elektrisch leitenden Teile der Hochstromflutelektrode kommen zum Beispiel Edelstahl oder Titan mit oder ohne einer Beschichtung aus Edelmetallen oder deren Oxiden in Frage.

Die Hochstromflutelektrode muß elektrisch kontaktiert werden, wobei es ausreichend ist, nur das Elektrodenrohr 15 und/oder das metallische Gewebe 19 an die nicht dargestellte Badstromquelle anzuschließen. Entsprechend können die anderen Teile aus nichtleitenden Werkstoffen bestehen. Die elektrolytisch wirksame Elektrode, das Elektrodenrohr 15, das metallische Gewebe 19 oder beide zusammen sind leitend mit einem Schleifring 22 verbunden. Auf diesem Schleifring gleitet ein gefederter Kontakt 23, der die Verbindung über eine elektrische Leitung 24 zur Badstromquelle herstellt. Der Gegenpol dieser Stromquelle ist über die Leitung 25 und nicht dargestellte Schleifkontakte an die Klammern

8 angeschlossen, die das Behandlungsgut 5 kontaktieren. Beim elektrolytischen Metallisieren ist das Behandlungsgut kathodisch und die Hochstromflutelektrode anodisch geschaltet. Beim elektrolytischen Ätzen umgekehrt. Die Anoden — Kathodenstrecke wird mindestens vom Isoliermittel auf der Hochstromflutelektrode gebildet.

Das ebene Behandlungsgut ist verschieden dick. Dieser Unterschied muß durch Hubausgleich von den oberen Hochstromflutelektroden 9 und von den oberen Gegenwalzen 10 aufgefangen werden. Die unteren Hochstromflutelektroden und Gegenwalzen sind in diesem Falle fest gelagert und der Höhenlage der Klammern 8 angepaßt. Die Aufnahme 26 und das Gleitlager 27 können eine kleine Hubbewegung gegen den Druck von Federn nach oben ausführen. Sie sind hierzu verdrehungssicher in schlitzförmigen Führungen 28 und 29 gehalten. Die Zahnräder 12 und 13 haben eine Verzahnung, die den Hub zulassen, ohne den Eingriff zu verlieren. Desgleichen kann der Kontakt 23 diesen Hub gegen eine Federkraft ausführen. Schließlich ist auch der Anschluß 30 für die Elektrolytzuführung oder -abführung so flexibel gestaltet, daß der Hub zum Ausgleich der Leiterplattendicke nicht behindert wird.

Die Gegenwalze 10 besteht zweckmäßigerweise aus einem nichtleitenden Werkstoff. Sie kann auch aus Metall mit einem nichtleitenden Überzug 31 bestehen. Ein flüssigkeitsdurchlässiger Überzug 31 unterstützt das Durchströmen der Löcher des Behandlungsgutes 5. Gleiches bewirkt eine Profilierung an der Oberfläche der Gegenwalze 10.

Die Fig. 2 zeigt die Hochstromflutelektrode im Querschnitt an der Schnittlinie A-B der Fig. 1. Zu erkennen ist, wie das Lager 27 verdrehungssicher in der Führung 29 zum Hubausgleich gehalten wird. Der Bereich mit der höchsten Stromdichte liegt auf der Mantellinie 32 der Hochstromflutelektrode. Rechts und links davon nimmt die Stromdichte infolge der Zunahme des Anoden-Kathodenabstandes schnell ab.

Die Fig. 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel vorzugsweise für Hochstromflutelektroden mit größeren Außendurchmessern. Das Elektrolytrohr 33 ist hier exzentrisch zwischen der Achse 34 und dem Elektrodenrohr 35 in dem Bereich angeordnet, der dem Behandlungsgut 5 mit Löchern 36 zugewandt ist. Es stützt sich an den Stellen 37 zur Achse 34 hin ab. Auf dem stationären Lagerteil 38 gleitet an der Lagerstelle 39 das Elektrodenrohr 35. An der Lagerstelle 40 wird die Achse 34 gleitend geführt. Das Lagerteil 38 wird von Stiften 41 gehalten und gegen Verdrehung gesichert. Die Wand 42 ist geschlitzt. Sie erlaubt der Lagerschale 43 wieder einen Hub zum Dickenangleich für das Behandlungsgut 5 auszuführen. Die Funktionen in diesem Ausführungsbeispiel entsprechend den Funktionen, wie sie anhand der Fig. 1 beschrieben wurden. Deshalb wird auf die Beschreibung weiterer Einzelheiten verzichtet.

Die Fig. 4 zeigt das Ausführungsbeispiel der Fig. 3 an der Schnittlinie C-D. Die Stifte 41 werden in den Langlöchern 44 geführt, die den Hub zum Ausgleich der Behandlungsgutdicke ermöglichen. Die Elektrolytzuf- oder -ableitung erfolgt über ein bewegliches Rohr 45, das hier beispielhaft nach oben herausgeführt ist.

Die Fig. 5 zeigt eine einteilige Hochstromflutelektrode, das heißt, sie besteht nur aus einem Elektrodenrohr 46 mit den im Arbeitsbereich allseitigen Durchbrüchen 47. Es ist in den Lagerstellen 48 und 49 drehbar gelagert. Der stationäre, jedoch höhenbewegliche Elektrolytan- schluß 66 mündet in das rotierende Elektrodenrohr 46.

Die Elektrolyt-Übertragung und Abdichtung erfolgt vorzugsweise mittels einer flüssigkeitsdichten Rotationskupplung 50, 51. Das Ausströmen des Elektrolyten in alle Richtungen verhindert eine über dem Elektrodenrohr 46 angebrachte schalenförmige Abdeckung 52. Zwischen beiden Teilen wird ein enger Spalt als Verschleißschutz freigehalten. Die Abdeckung ist am Lagerteil 53 befestigt und führt dessen Hubbewegungen zum Ausgleich der Behandlungsgutdicken mit aus. Zur Behandlungsstelle gerichtet ist die Abdeckung 52 geöffnet. Dies bewirkt wieder ein gerichtetes Anströmen des Elektrolyten an die Behandlungsstelle, oder ein Absaugen des Elektrolyten von dieser Stelle. Insbesondere bei kleinen Arbeitsbereichen, d. h. bei kurzen Hochstromflutelektroden ist diese konstruktive Lösung vorteilhaft anwendbar. Die übrigen Funktionen sind bereits anhand der Fig. 1 beschrieben worden. Die Fig. 6 zeigt die Hochstromflutelektrode der Fig. 5 im Schnitt entlang der Linie E-F. Die Abdeckung 52 verhindert das Aus- oder Eintreten des Elektrolyten am überwiegenden Teil des Umfanges der Hochstromflutelektrode. Dies wird mit abnehmender Spaltbreite 54 zunehmend vollständiger.

Die Fig. 7 bis 10 stellen prinzipielle Anordnungen der Hochstromflutelektroden und ihrer Gegenwalzen entlang des Behandlungsgut-Transportweges in horizontalen Durchlaufanlagen dar. Im allgemeinen sind ebene Behandlungsgüter wie zum Beispiel Leiterplatten beidseitig gleich zu bearbeiten. Deshalb sind die Anordnungen an der Ober- und Unterseite gleich aufgebaut. Die eingezeichneten Pfeile geben die Strömungsrichtung des Elektrolyten an. Die ausgezogen gezeichneten Pfeile 55 gelten für drückende Hochstromflutelektroden und die hohl gezeichneten Pfeile 56 für saugende.

In Fig. 7 sind die Hochstromflutelektroden 9 und ihre Gegenwalzen 10 einander genau gegenüberliegend angeordnet. Die Hochstromflutelektroden halten hier einen Abstand gegenüber der Oberfläche des Behandlungsgutes ein. Die Hochstromflutelektroden und die unteren Gegenwalzen führen keine Hubbewegung aus. Oben führen die Gegenwalzen 10 die Hubbewegung zum Ausgleich der Dicke des Behandlungsgutes aus. Zweckmäßig ist es, wenn die Gegenwalzen mit einer Oberfläche 57 versehen sind, die flüssigkeitsdurchlässig ist.

In Fig. 8 sind die Gegenwalzen zu den auf dem Behandlungsgut abrollenden Hochstromflutelektroden so versetzt angeordnet, daß im Bereich 58 ungehindert Elektrolyt strömen kann. Dies unterstützt die Lochdurchflutung. Eine flüssigkeitsdurchlässige Oberfläche der Gegenwalzen kann hier entfallen.

In der Anordnung nach Fig. 9 wird der Bereich 58 durch die Verwendung von zwei Gegenwalzen 10 für je eine Hochstromflutelektrode freigehalten. Diese Anordnung hat den Vorteil einer sehr guten Führung von dünnen Behandlungsgütern durch die Anlage wie zum Beispiel Leiterfolien.

Bei der in Fig. 10 dargestellten Anordnung entfallen die Gegenwalzen. Je eine drückende und saugende Hochstromflutelektrode sind zur besseren Lochdurchflutung einander gegenüberliegend angeordnet. Entlang des Transportweges wechseln saugende und drückende Hochstromflutelektroden ab. Diese Anordnung ergibt außerdem eine sehr dichte Folge von Hochstromflutelektroden mit dem Ergebnis einer kurzen Anlage.

Bei der Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum elektrolytischen Ätzen lagert sich auf den metallischen und mit den Badstromquellen verbundenen

Rohren der Hochstromflutelektrode das vom Behandlungsgut abgetragene Metall ab. Von dort muß es kontinuierlich oder diskontinuierlich wieder abgetragen und auf Hilfskathoden abgeschieden werden. In Fig. 11 ist eine dafür erforderliche Beschaltung der Elektroden und des Behandlungsgutes mit den Badstromquellen im Prinzip dargestellt. Mit 59 und 60 sind die Badstromquellen zum Ätzen für die Ober- und Unterseite des Behandlungsgutes 5 bezeichnet. Die elektrische Kontaktierung der Hochstromflutelektrode 9 erfolgt über Kohlebürsten 61 zum Schleifring 22. Auf dem selben Wege sind weitere Badstromquellen 62 und 63 mit den Hochstromflutelektroden verbunden. Sie dienen zum Abtrag des auf den Hochstromflutelektroden zwischengelagerten Metalles und zum Abscheiden auf den Hilfskathoden 64, 65, die bedarfsweise ausgetauscht werden.

Die beim Galvanisieren mit unlöslichen Anoden erforderliche Anreicherung des Elektrolyten mit dem abzuschheidenden Metall erfolgt nach bekannten Methoden innerhalb oder außerhalb der elektrolytischen Zelle. Sie ist unabhängig von dem erfindungsgemäßen Verfahren.

Patentansprüche

1. Verfahren zum elektrolytischen Metallisieren und Entmetallisieren von ebenen Behandlungsgütern, insbesondere von mit Löchern versehenen Leiterplatten und Leiterfolien in horizontalen Durchlaufanlagen mit unlöslichen Elektroden, die quer zur Transportrichtung des Behandlungsgutes angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Steigerung der anwendbaren Stromdichte jede Behandlungsstelle genau im Bereich ihrer maximalen Stromdichte unter beziehungsweise über jeder Hochstromflutelektrode (9) aus nächster Nähe aus der Hochstromflutelektrode heraus oder aus der Umgebung der Behandlungsstelle in die Hochstromflutelektrode hinein mit Elektrolyt geflutet wird mit einer nahezu senkrechten Strömungsrichtung zum Behandlungsgut.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Abführung von Gasen und Wärme, die an und in der Hochstromflutelektrode entstehen, die Hochstromflutelektrode durch einen Antrieb in Rotation versetzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß elektrische Kurzschlüsse zwischen der Hochstromflutelektrode und dem Behandlungsgut bei kleinen Abständen beider Teile voneinander, oder bei ihrer Berührung durch Isoliermittel an der Oberfläche der Hochstromflutelektrode flüssigkeits- und ionendurchlässig vermieden werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verschleißfestigkeit der Isoliermittel durch plasmakeramische Beschichtung erhöht wird.
5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zum Transport und/oder zur Führung des Behandlungsgutes durch die horizontale Durchlaufanlage die Hochstromflutelektroden herangezogen werden, wobei diese auf der Oberfläche des Behandlungsgutes abrollen.
6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in der horizontalen Durchlaufanlage abwechselnd in einer oder

mehreren Teilstrecken entlang des Transportweges metallisiert und in einer oder mehreren anderen Teilstrecken entmetallisiert wird.

7. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erhöhung des Elektrolytaustausches in Löchern des Behandlungsgutes dem Behandlungsgut gegenüberliegende Hochstromflutelektroden oder gegenüberliegende Hochstromflutelektroden und Gegenwalzen in Form von Flutwalzen elektrolytdrückend (55) und elektrolytsaugend (56) betrieben werden.

8. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur individuellen Beeinflussung der Strömung an der Behandlungsstelle mit der größten Stromdichte eine Umfangsgeschwindigkeit der Hochstromflutelektrode gewählt wird, die von der Transportgeschwindigkeit des Behandlungsgutes abweicht oder null ist.

9. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Menge des an die Behandlungsstelle strömenden Elektrolyten durch die Größe der Öffnungen (16, 69) und durch den Elektrolytpumpendruck eingestellt wird.

10. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Verteilung des Elektrolyten in Bereiche (20) der Hochstromflutelektroden, die keinem Durchbruch (18) gegenüberstehen, durch Gewebe (19) erfolgt, welches zugleich durch kleine Maschenweiten die Oberfläche der Hochstromflutelektroden ebnet, ohne den Elektrolytdurchtritt wesentlich zu behindern.

11. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zum elektrolytischen Ätzen zwei Badstromquellen (59, 62) und (60, 63) auf jeder Behandlungsgutseite an die jeweiligen Hochstromflutelektroden über Schleifkontakte angeschlossen werden, wobei eine Stromquelle (59, 60) das Behandlungsgut auf jeder Seite ätzt und das Metall auf der rotierenden Hochstromflutelektrode abgelagert und die andere Stromquelle (62, 63) dieses abgelagerte Metall von dieser Hochstromflutelektrode wieder abätzt und auf der dem Behandlungsgut gegenüberliegenden Hilfskathode (64, 65) endgültig abscheidet.

12. Vorrichtung zum elektrolytischen Behandeln von ebenen Behandlungsgütern wie Leiterplatten oder Leiterfolien in horizontalen Durchlaufanlagen unter Verwendung von unlöslichen Elektroden, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 11, gekennzeichnet durch eine Hochstromflutelektrode (9) bestehend aus einem langgestreckten Elektrodenrohr (15, 35, 46), das an seinem gesamten Umfang im Bereich des Behandlungsgutes mit Durchbrüchen (18, 47) zum Elektrolytdurchtritt versehen ist und das drehbar gelagert mit einem Rotationsantrieb in Verbindung steht, wobei zur Badstromübertragung ein Schleifring (22, 66) mit Schleifkontakt (23, 61, 67) vorgesehen ist, der mit dem elektrolytisch wirksamen metallischen Teil der Hochstromflutelektrode (9) leitend verbunden ist und aus Mitteln (14, 33, 52), die den Elektrolytstrom aus dem Inneren des Elektrodenrohres (15, 35, 46) gezielt nur zur Behandlungsstelle oder von der Behandlungsstelle in das Innere leiten und aus weiteren Mitteln (30, 50, 51, 60), die zum Anschluß der Hochstromflutelektrode an den Elektrolytkreislauf der Durchlaufanlage dienen.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch ein innerhalb des Elektrodenrohres (15) befindliches langgestrecktes, nichtrotierendes Elektrolytrohr (14), das an seinem einen Ende mit dem Elektrolytkreislauf mittels einer flexiblen Leitung (30) verbunden ist und im Bereich des Behandlungsgutes (5) mit Öffnungen (16) zum Elektrolytdurchtritt versehen ist, die nur in Richtung zur Behandlungsstelle ausgebildet sind, wobei das vorzugsweise aus Kunststoff bestehende Elektrolytrohr (14) zugleich Achse für das darüber gelagerte rotierende Elektrodenrohr (15) ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch ein innerhalb des Elektrodenrohres (35) befindliches langgestrecktes, nichtrotierendes Elektrolytrohr (33), das an seinem einen Ende mit dem Elektrolytkreislauf mittels einer flexiblen Leitung (68) verbunden ist und im Bereich des Behandlungsgutes (5) mit Öffnungen (69) zum Elektrolytdurchtritt versehen ist, die nur in Richtung zur Behandlungsstelle ausgebildet sind, wobei das vorzugsweise aus Kunststoff bestehende Elektrolytrohr (33) exzentrisch im rotierenden Elektrodenrohr (35) so von einem nichtrotierenden Lagerteil (38) und von Haltern (37) gehalten wird, daß es in Richtung zum Behandlungsgut an der Innenwand des Elektrodenrohres (35) nahezu anliegt.

15. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Elektrodenrohr (46) an den Elektrolytkreislauf mittels einer flexiblen Leitung (66) angeschlossen ist, wobei eine flüssigkeitsdichte Rotationskupplung (50, 51) eingefügt ist und daß über dem Elektrodenrohr (46) eine schalenförmige Abdeckung (52) so befestigt ist, daß zwischen Elektrodenrohr und Abdeckung nur ein kleiner Spalt (54) zum Verschleißschutz besteht und daß die Abdeckung im Bereich der Behandlungsstelle langgestreckt zum Durchtritt des Elektrolyten geöffnet ist.

16. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 12 bis 15, gekennzeichnet durch ein flüssigkeitsdurchlässiges metallisches oder textiles Gewebe oder Gitter (19), das festanliegend außen auf dem Elektrodenrohr (15, 35, 46) befestigt ist.

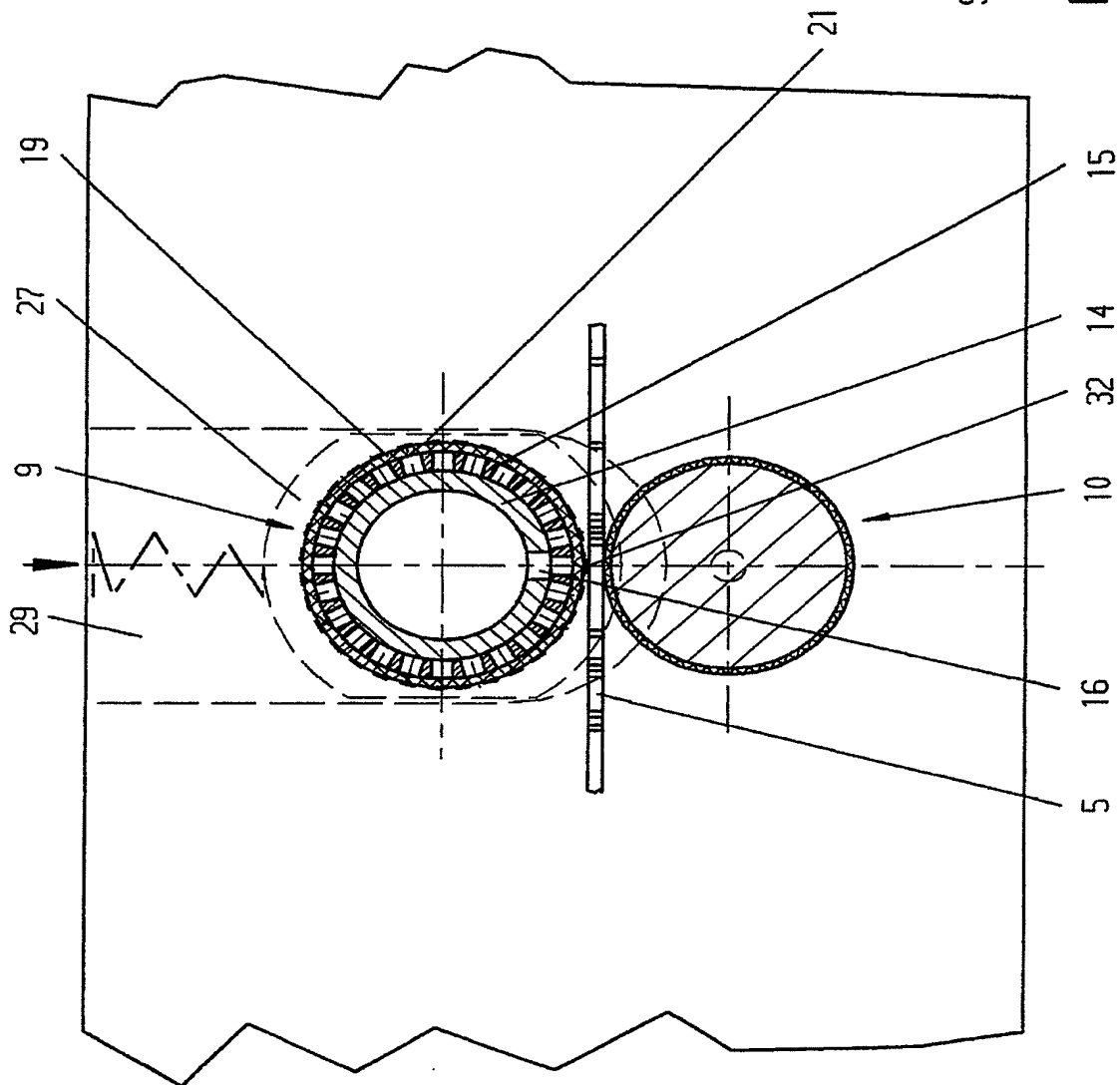
17. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 12 bis 16, gekennzeichnet durch eine elektrische Isolierschicht (21), die außen auf der Oberfläche des metallischen Gewebes oder Gitters (19) oder bei Fehlen desselben außen auf der Oberfläche des Elektrodenrohres (15, 35, 46) flüssigkeitsdurchlässig aufgebracht ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, gekennzeichnet durch eine Isolierschicht (21) aus Plasmakeramik.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17, gekennzeichnet durch Isolerringe, die entlang des Elektrodenrohres (15, 35, 46) außen verteilt aufgebracht sind.

20. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 12 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß zum Ausgleich von Hubbewegungen die Lager für das Elektrodenrohr verdrehungssicher verschiebbar sind.

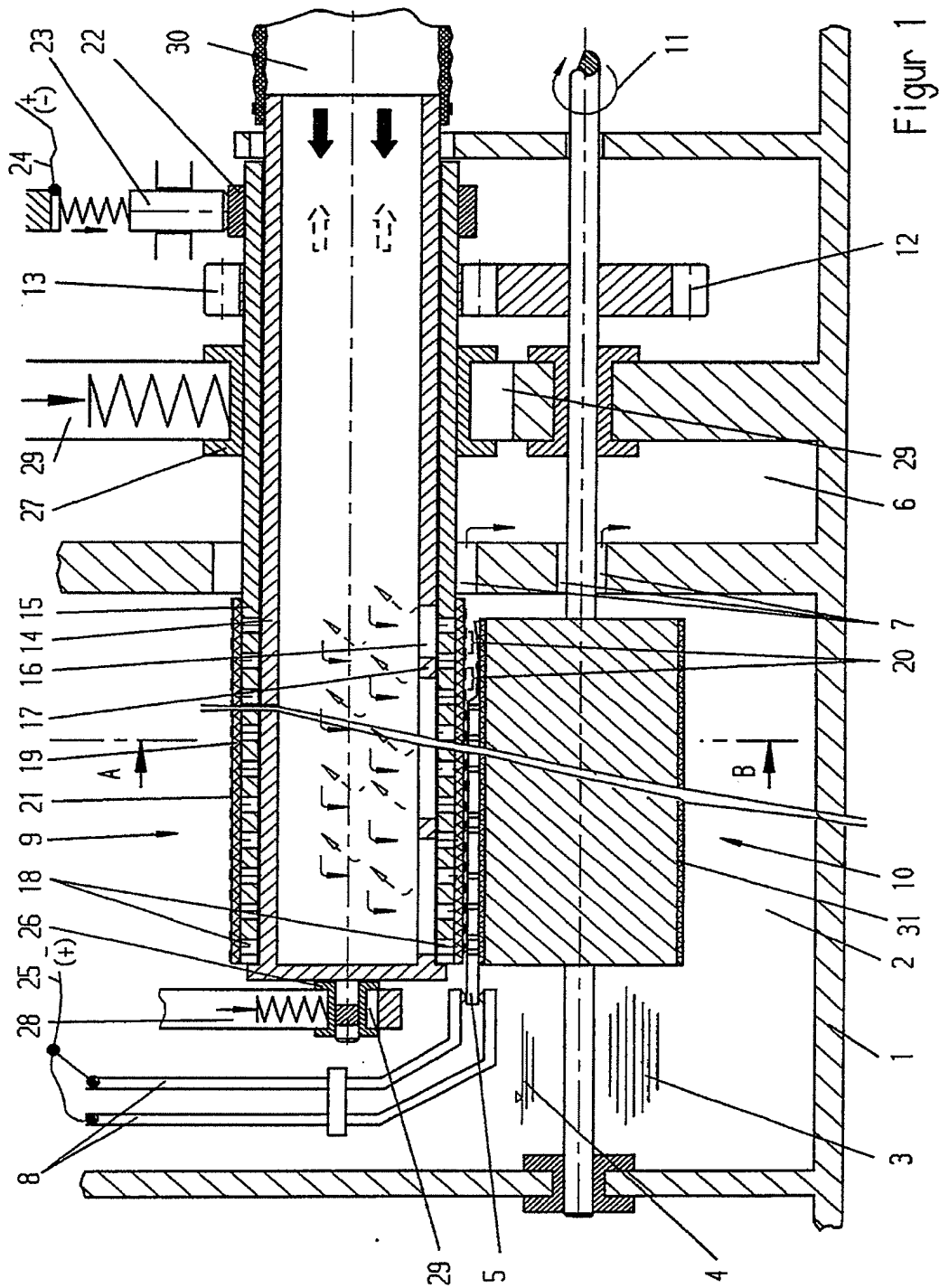
Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen

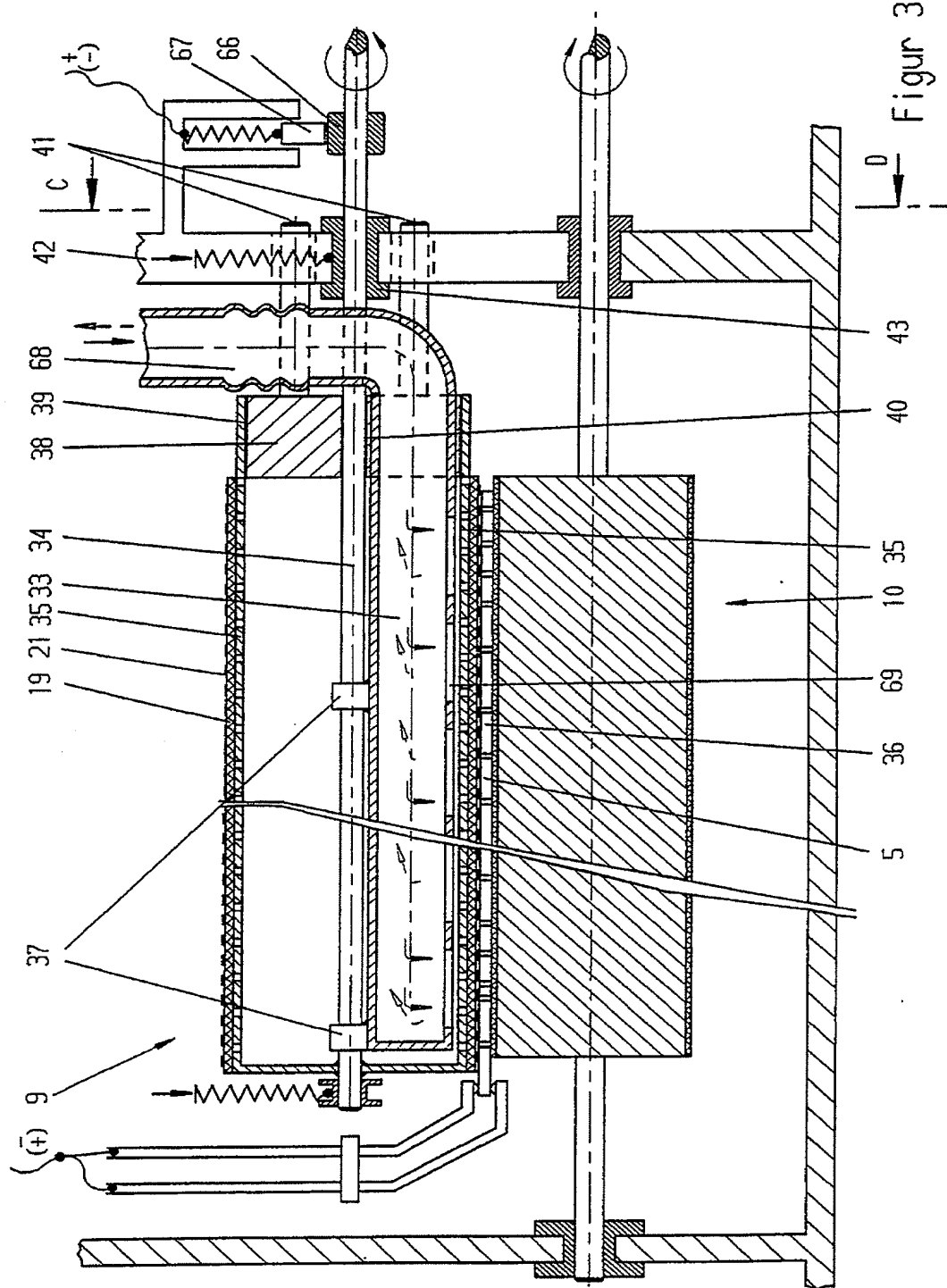


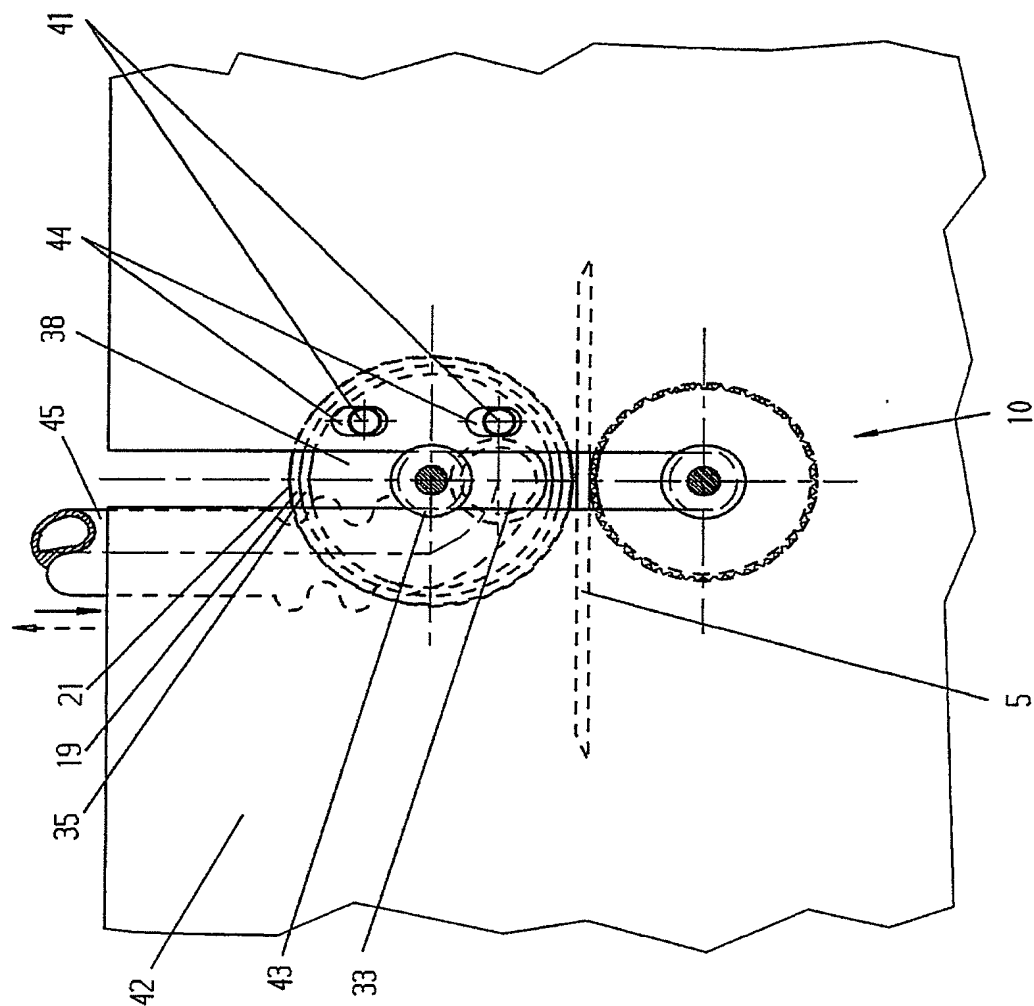
Schnitt A - B

Figur 2

*

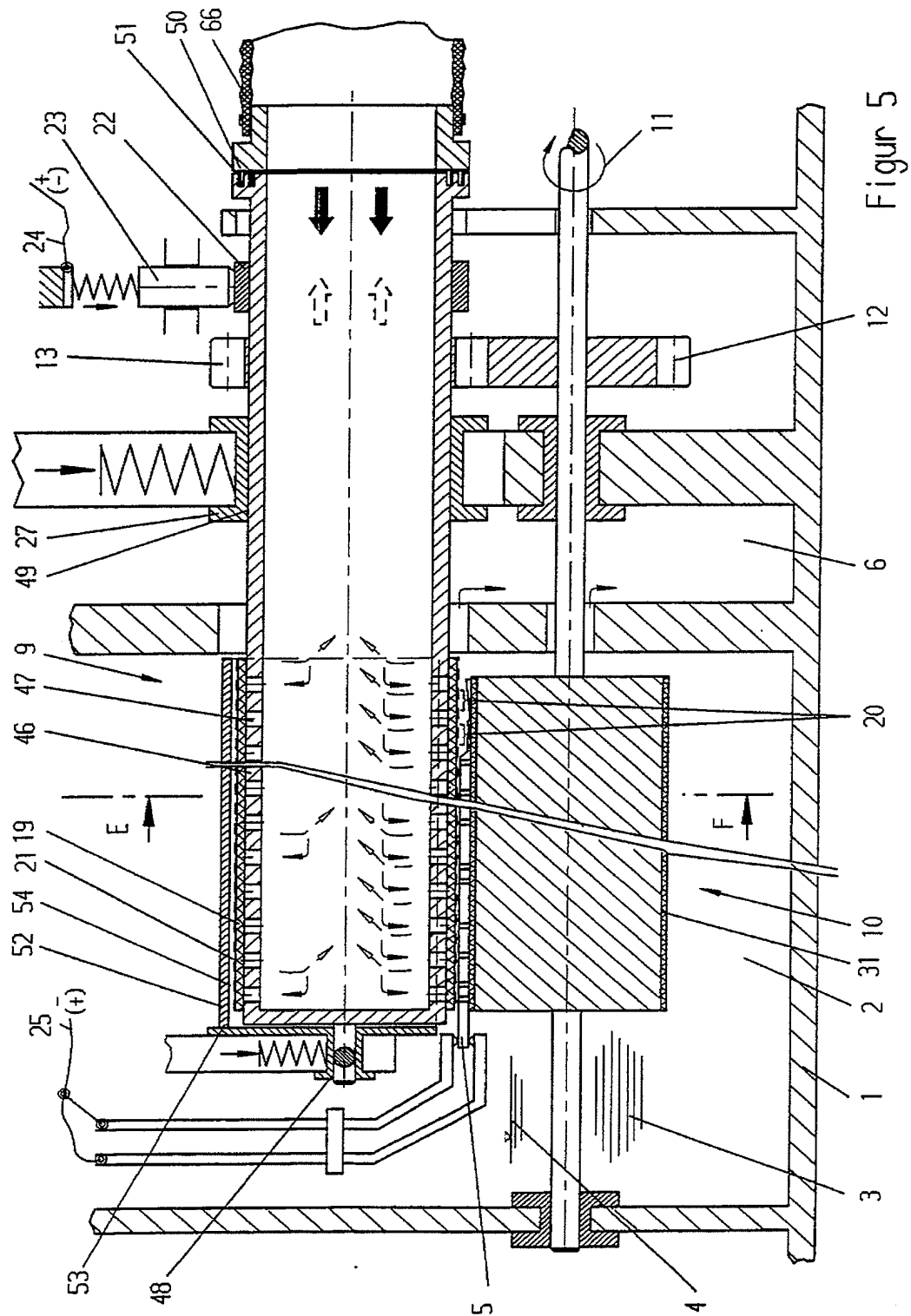


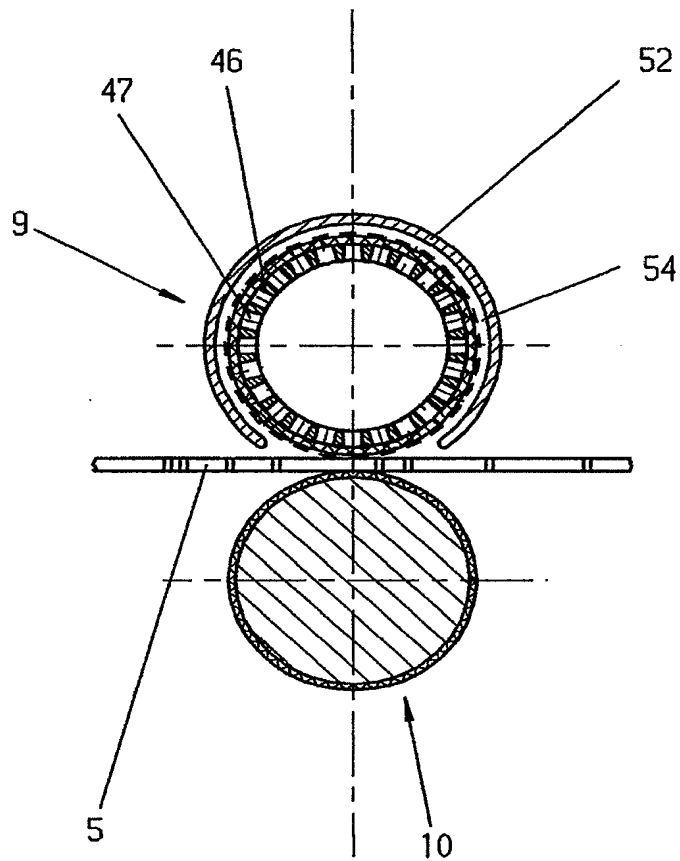




Schnitt C - D

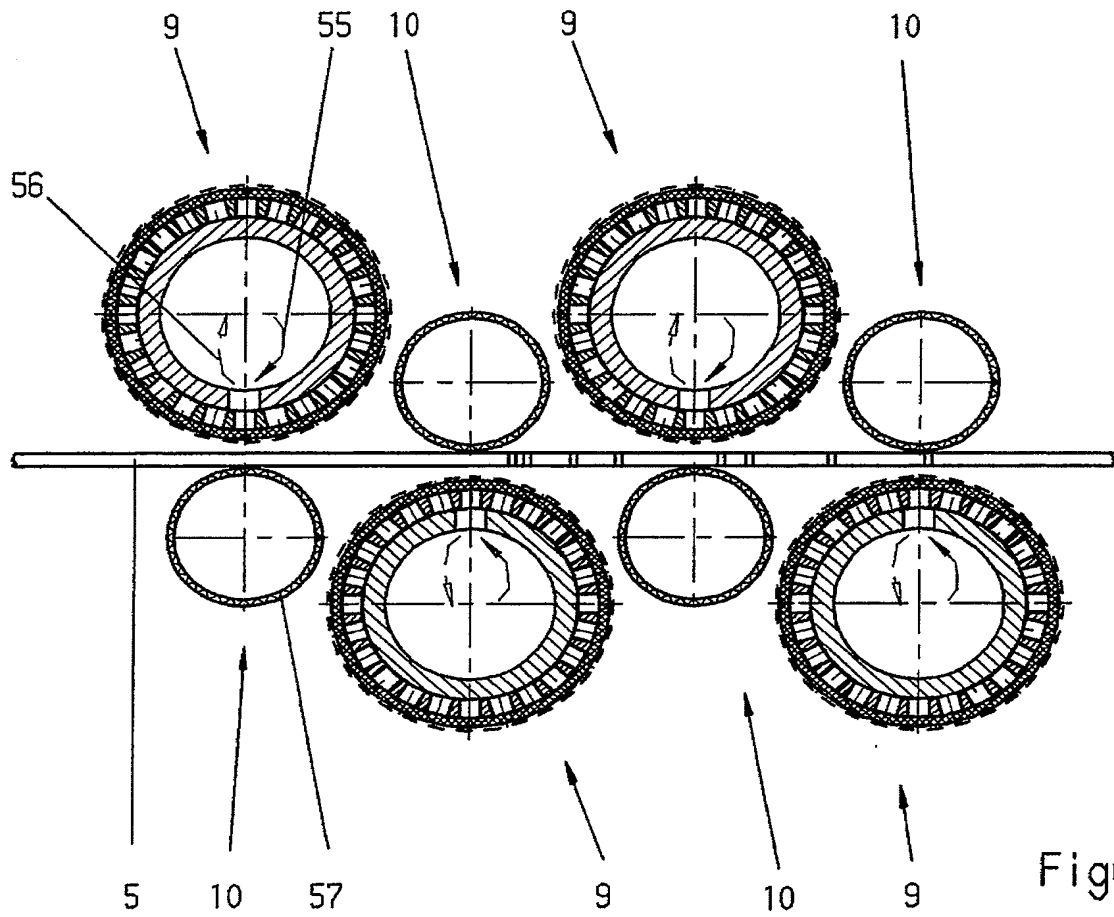
Figur 4



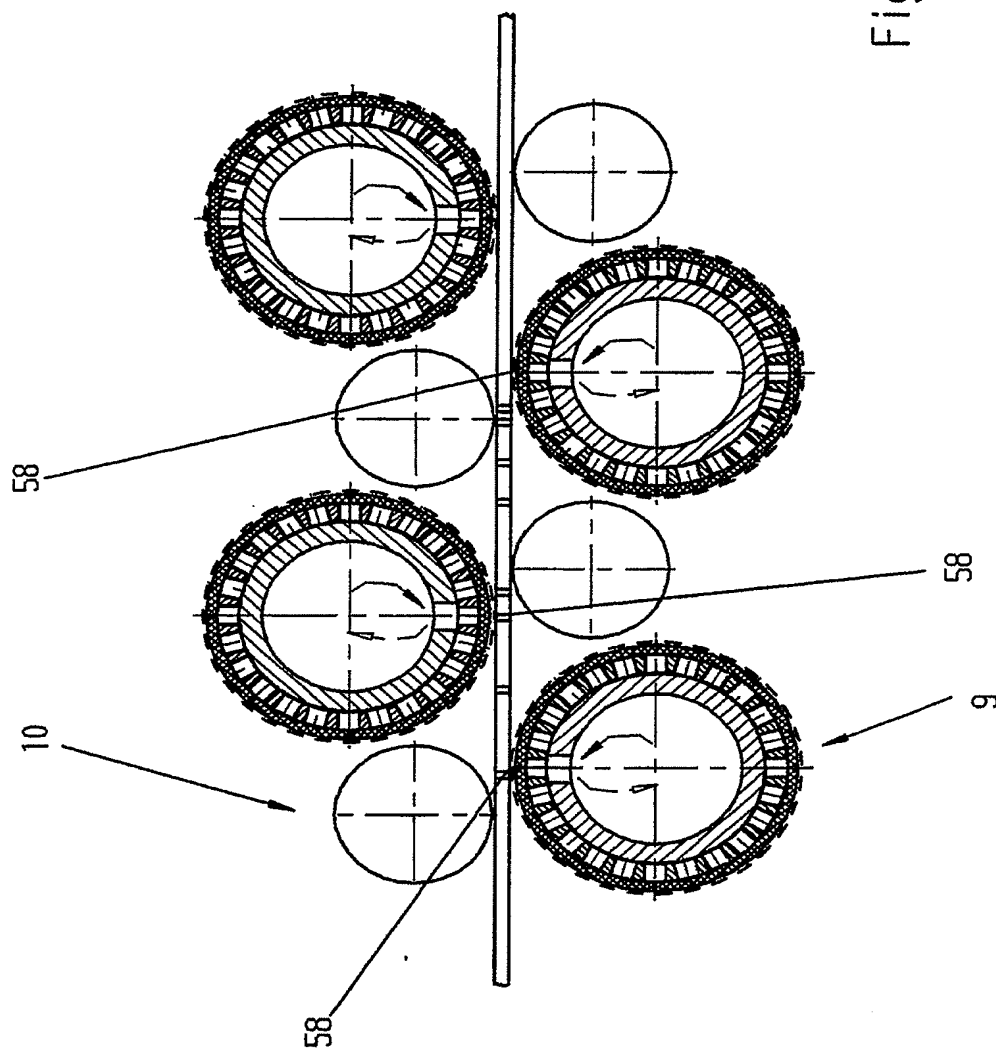


Schnitt E - F

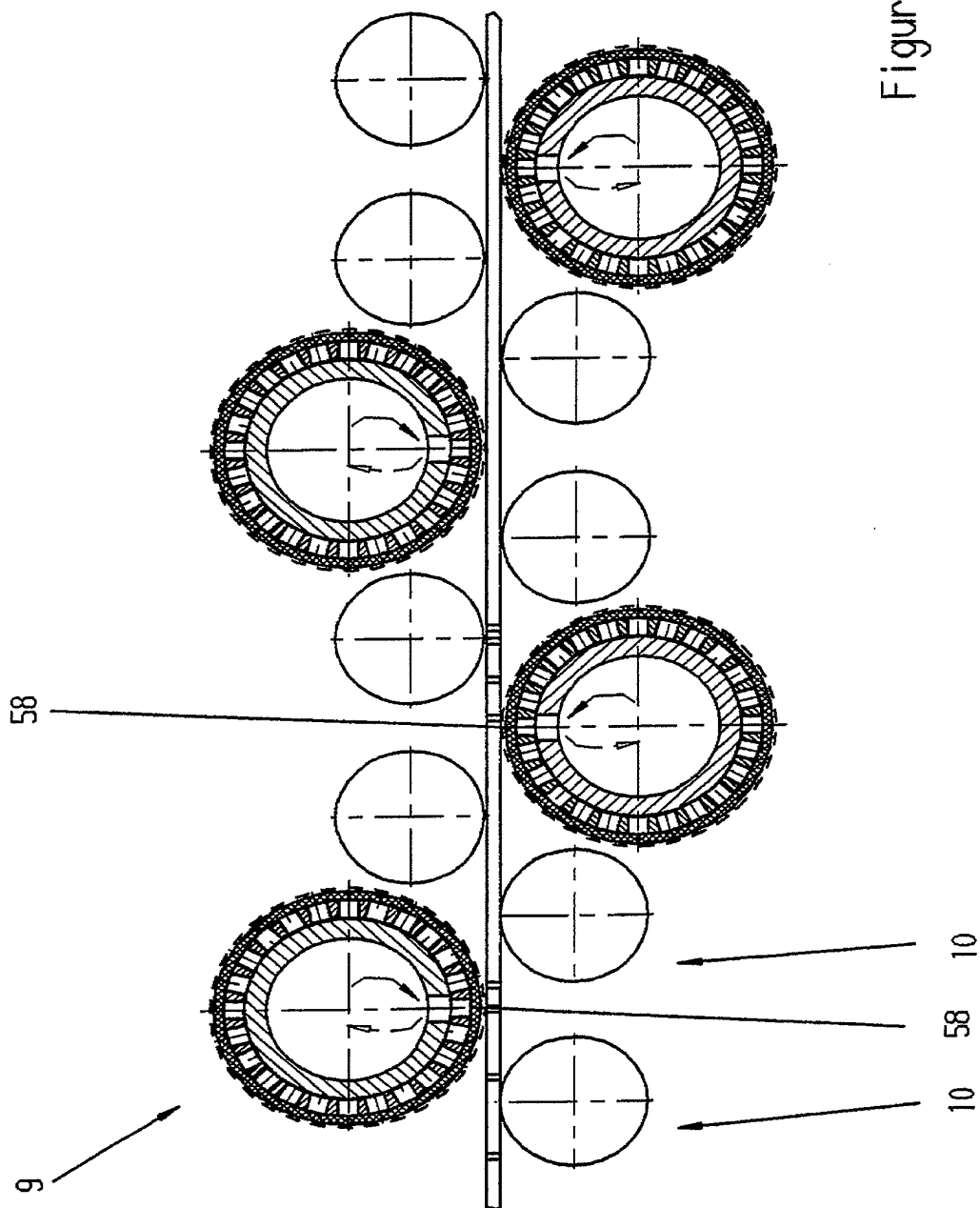
Figur 6



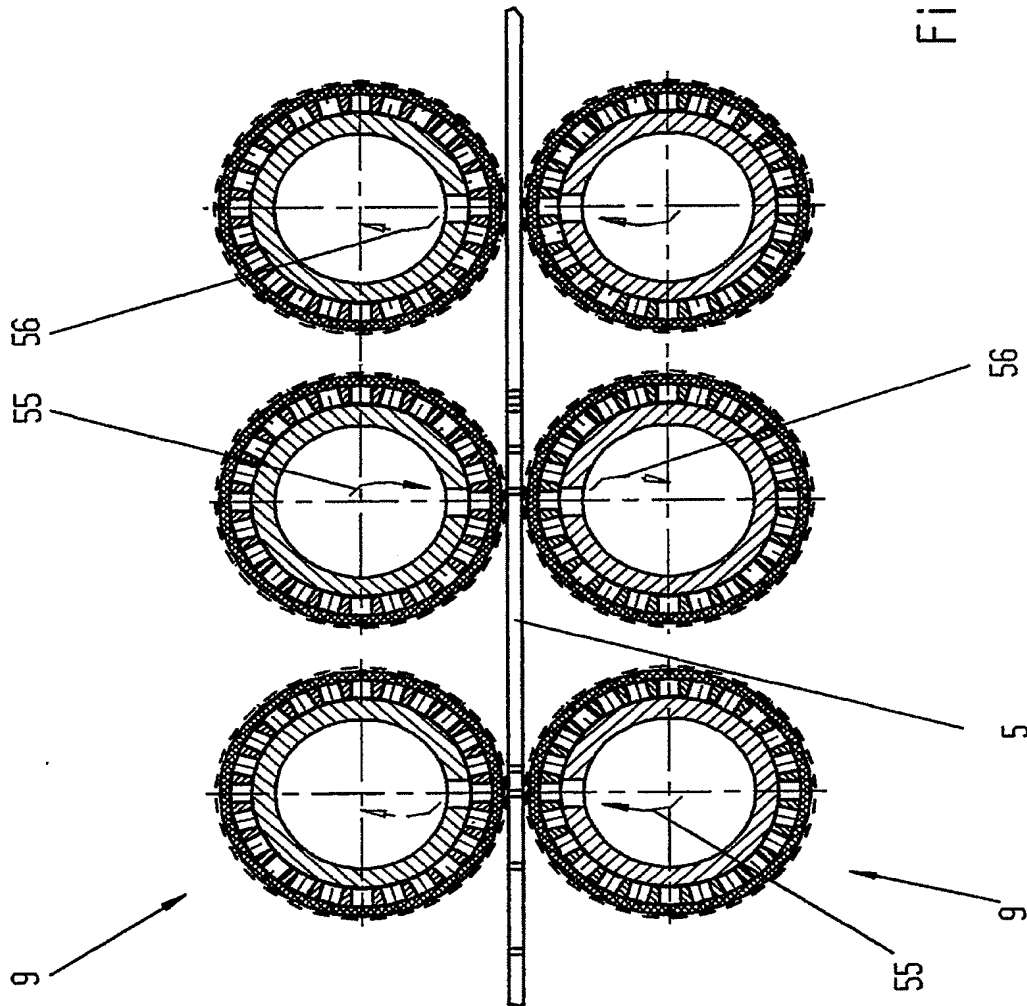
Figur 7



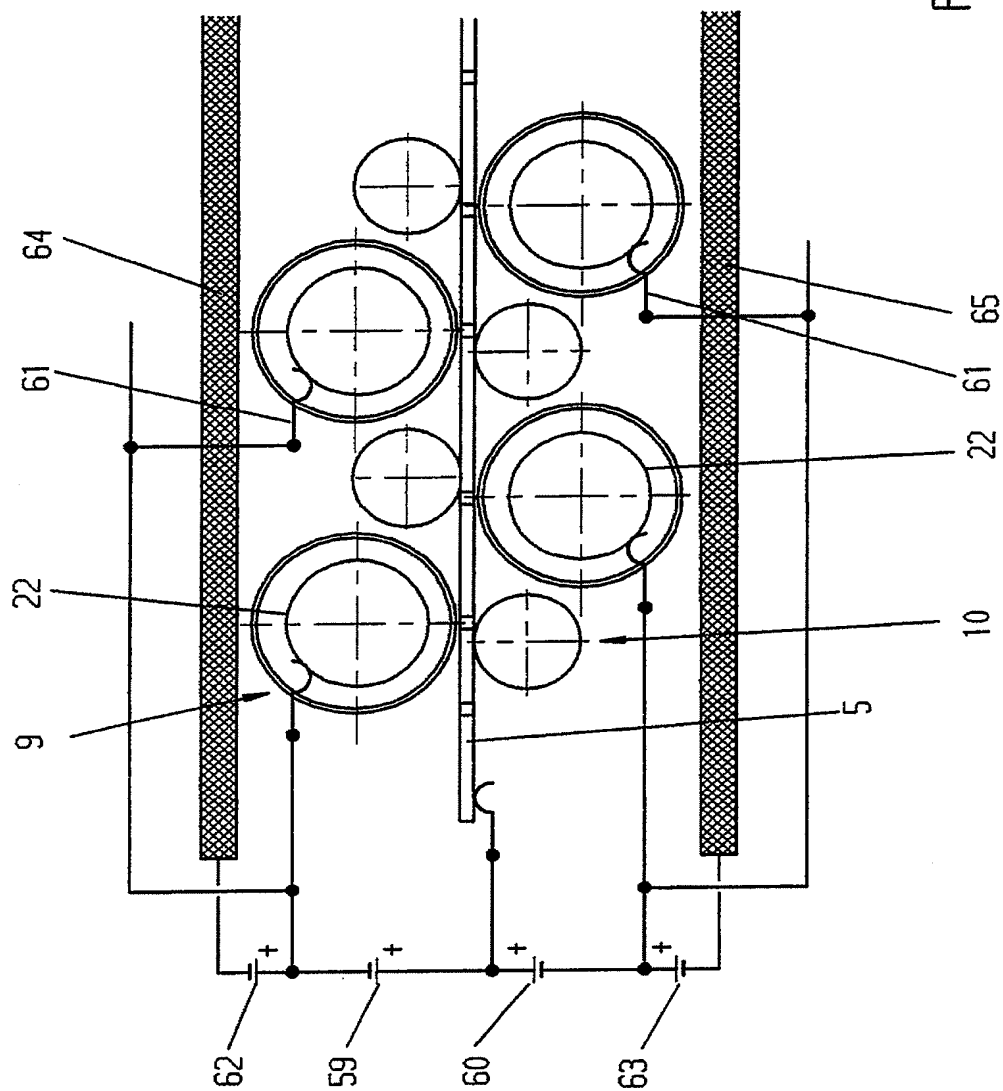
Figur 8



Figur 9



Figur 10



Figur 11